

OPTICAL PART, LASER AND EXPOSURE DEVICE

Publication number: JP2001070787

Publication date: 2001-03-21

Inventor: HARADA AKINORI

Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD

Classification:

- international: *H01L21/027; B01J21/06; B01J23/26; B01J35/02; G02B1/10; H01S3/08; H01S5/10; H01S5/323; H01L21/02; B01J21/00; B01J23/16; B01J35/00; G02B1/10; H01S3/08; H01S5/00; (IPC1-7): B01J23/26; B01J21/06; B01J35/02; G02B1/10; H01L21/027; H01S3/08; H01S5/10*

- european:

Application number: JP19990251405 19990906

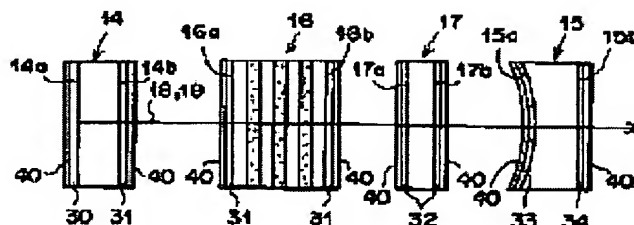
Priority number(s): JP19990251405 19990906

Report a data error here

Abstract of JP2001070787

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reliability with time of laser provided for a long period of time and also make its life longer.

SOLUTION: A functional film 40 such as a Cr ion injection TiO₂ film demonstrating the photocatalyst effect by receiving the emission of an oscillation beam on its wavelength conversion waves 19 is formed on the topmost surface sections of at least on respective one faces 14a, 14b, 16a, 16b, 17a and 17b by receiving the emission of the beam 19 on optical parts 14, 16 and 17 provided in a resonator. At least one of Cr ion and V ion is added to the functional film 40.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-70787

(P2001-70787A)

(43) 公開日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
B 0 1 J	23/26	B 0 1 J	M 2 K 0 0 9
	21/06		M 4 G 0 6 9
	35/02		J 5 F 0 4 6
G 0 2 B	1/10	H 0 1 S	5 F 0 7 2
H 0 1 L	21/027		5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-251405

(22) 出願日 平成11年9月6日 (1999.9.6)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 原田 明彦

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

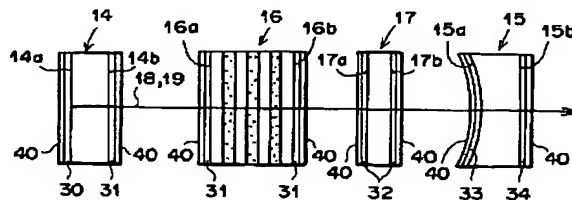
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学部品およびレーザー並びに露光装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザーの長期経時信頼性を向上させ、またその寿命を長くする。

【解決手段】 共振器内に配される光学部品14、16、17の、発振光またはその波長変換波19の照射を受ける少なくとも1つの面14a、14b、16a、16b、17a、17bの最表部に、この光19の照射を受けて光触媒効果を発現するCrイオン注入TiO₂膜等の機能性膜40を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられていることを特徴とする光学部品。

【請求項2】 前記機能性膜が、 TiO_2 を含む膜であることを特徴とする請求項1記載の光学部品。

【請求項3】 前記機能性膜が、 Cr イオンおよび V イオンの少なくとも一方が添加されたものであることを特徴とする請求項1または2記載の光学部品。

【請求項4】 発振光またはその波長変換波の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品が共振器内に配されていることを特徴とするレーザー。

【請求項5】 発振光またはその波長変換波の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品が、前記機能性膜が設けられている面を共振器ミラー面として共振器を構成していることを特徴とするレーザー。

【請求項6】 前記機能性膜が、 TiO_2 を含む膜であることを特徴とする請求項4または5記載のレーザー。

【請求項7】 前記機能性膜が、 Cr イオンおよび V イオンの少なくとも一方が添加されたものであることを特徴とする請求項4から6いずれか1項記載のレーザー。

【請求項8】 共振器ミラー面を構成する劈開面に、発振光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられていることを特徴とする半導体レーザー。

【請求項9】 前記機能性膜が、 TiO_2 を含む膜であることを特徴とする請求項8記載の半導体レーザー。

【請求項10】 前記機能性膜が、 Cr イオンおよび V イオンの少なくとも一方が添加されたものであることを特徴とする請求項8または9記載の半導体レーザー。

【請求項11】 露光光の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品を有することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光学部品に関し、特に詳細には、光照射を受ける面に光触媒効果を有する機能性膜が設けられてなる光学部品に関するものである。

【0002】また本発明は、上述のような光学部品を用いたレーザー並びに露光装置に関するものである。

【0003】さらに本発明は、共振器ミラー面を構成する劈開面に、光触媒効果を有する機能性膜が設けられてなる半導体レーザーに関するものである。

【0004】

【従来の技術】従来より、例えば特開平11-87814号公報に示されるように、固体レーザー等の種々のレ

ザーが提供されている。また同公報に示されるように、レーザー共振器内に非線形光学結晶を配設し、発振光をこの非線形光学結晶によって第2高調波等に波長変換するレーザーも種々公知となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の各種レーザーにおいては、共振器ミラーやあるいは共振器内に配される光学部品の光通過面にゴミが付着したり、結露することにより、出力が低下するという問題が認められている。

【0006】他方、 IC や LSI の製造に用いられるステッパ等の露光装置においても、装置内の光学部品が露光用紫外光の照射を受けると、その照射面に有機分解物が付着して反射や散乱による損失を招き、またビーム品質も劣化するという問題が認められている。

【0007】上述したレーザーにおける問題を解決するために、前述の特開平11-87814号公報にも開示されている通り、レーザー共振器の使用前にそれを構成している光学部品に付着している汚染物質を洗浄除去したり、内部を乾燥雰囲気中に保った密閉容器内に共振器を収納することが提案されている。

【0008】しかし従来のレーザーでは、このような対策を講じても、例えば10mWの光出力のとき1000時間未満で出力低下を来す、というように長期駆動の信頼性が低く、その改善が求められている。またさらに、波長1064nmの発振光を波長532nmの光に波長変換し、それをさらに波長266nmの光に波長変換する紫外レーザー等においては、寿命が著しく劣るという問題も認められている。

【0009】本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、長寿命で長期経時信頼性の高いレーザーおよび、そのようなレーザーを構成できる光学部品を提供することを目的とする。

【0010】また本発明は、露光光の損失が少なく、またビーム品質の劣化も防止できる露光装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による光学部品は、光照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられていることを特徴とするものである。

【0012】この本発明による光学部品において、上記機能性膜としては、 TiO_2 を含む膜を好適に用いることができる。またこの機能性膜には、 Cr イオンおよび V イオンの少なくとも一方が添加されることが望ましい。

【0013】一方本発明による1つのレーザーは、共振器を有する固体レーザー等のレーザーにおいて、発振光またはその波長変換波の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品が共振器内に配

されていることを特徴とするものである。

【0014】また本発明による別のレーザーは、同じく共振器を有する固体レーザー等のレーザーにおいて、発振光またはその波長変換波の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品が、機能性膜が設けられている面を共振器ミラー面として共振器を構成していることを特徴とするものである。

【0015】これらのレーザーにおいても、光学部品に形成される機能性膜としては、 TiO_2 を含む膜を好適に用いることができる。またこの機能性膜には、CrイオンおよびVイオンの少なくとも一方が添加されることが望ましい。

【0016】さらに本発明は、共振器ミラー面を構成する劈開面に、発振光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる半導体レーザーを提供するものである。

【0017】この半導体レーザーにおいても、劈開面に形成される機能性膜としては、 TiO_2 を含む膜を好適に用いることができる。またこの機能性膜には、CrイオンおよびVイオンの少なくとも一方が添加されることが望ましい。

【0018】一方本発明による露光装置は、露光光の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品を備えたことを特徴とするものである。

【0019】

【発明の効果】本発明者等は、従来の固体レーザー等における問題、すなわち経時の出力低下およびそれに起因する低寿命化の原因は、共振器内部の光学部品の表面のうちレーザー光が照射された部分に有機物等が付着し、それによりこの表面での反射率が上がり、散乱が増大する点にあることを見出した。そのため、前述したようにレーザー共振器の使用前に光学部品を洗浄したり、密閉容器内に共振器を収納するだけでは、上記問題の完全な解決には至らないのである。

【0020】 TiO_2 を代表とする金属酸化物からなる膜等の、光触媒効果を有する機能性膜は、その吸収波長域の光を照射すると光触媒効果を発現し、光学部品表面に付着している有機物等をほぼ完全に分解し、またそれらの付着を防止する。そこで、光照射を受ける少なくとも1つの面の最表部にこの機能性膜を設けてなる本発明の光学部品においては、この面が光照射を受ける毎にセルフクリーニングされ、常に清浄な状態に保たれるようになる。

【0021】発振光またはその波長変換波の照射を受けて上述のような光触媒効果を発現する光学部品を共振器内に配した、あるいは該光学部品で共振器を構成した本発明のレーザーにおいては、レーザーが駆動されてその光学部品あるいは共振器に発振光またはその波長変換波

が照射される都度、この光学部品あるいは共振器がセルフクリーニングされる。すなわち、光学部品表面に付着している有機物等がほぼ完全に分解され、またそれらの付着が防止されるようになる。そこで、この有機物等による光学部品表面での反射率の上昇、散乱が抑えられ、レーザーの経時の出力低下およびそれに起因する低寿命化の問題が解決されて、長期経時信頼性が確保される。

【0022】共振器ミラー面を構成する劈開面に、発振光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる本発明の半導体レーザーにおいても、この機能性膜による光触媒効果により、上記と同様に経時の出力低下およびそれに起因する低寿命化の問題が解決されて、長期経時信頼性が確保される。

【0023】他方、露光光の照射を受ける少なくとも1つの面の最表部に、この光の照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜が設けられてなる光学部品を備えた本発明の露光装置でも、露光光が発せられる都度上記と同様のセルフクリーニング効果が得られる。そこで、有機物等による光学部品表面での反射率の上昇、散乱が防止されるので、露光光の損失が少なく抑えられ、またビーム品質の劣化も防止されるようになる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態による半導体レーザー励起固体レーザーの側面形状を示すものである。この半導体レーザー励起固体レーザーは、励起光としてのレーザービーム10を発する半導体レーザー11と、発散光である上記レーザービーム10を集光する集光レンズ13と、ネオジウム(Nd)がドープされた固体レーザー媒質であるYAG結晶(以下、Nd:YAG結晶と称する)14と、このNd:YAG結晶14の前方側(図中右方側)に配された共振器ミラー15と、Nd:YAG結晶14と共振器ミラー15との間に配された光波長変換素子16並びに波長選択素子17とを有している。

【0025】以上述べた要素11~17は、例えば銅からなる共通のマウント(図示せず)に取り付けられ、このマウントごと、乾燥空気が封入された密閉容器21の内部に収納されている。そしてこの密閉容器21は、ヘルチエ素子等の電熱冷却素子22の上に固定されている。そして、図示しない温度調節回路により電熱冷却素子22の駆動が制御されて、半導体レーザー11および固体レーザー共振器(後述のようにNd:YAG結晶14および共振器ミラー15によって構成される)内の要素が全て所定温度に制御される。

【0026】光波長変換素子16は、非線形光学材料である、MgOがドープされたLiNbO₃結晶に周期ドメイン反転構造が設けられてなるものである。また発振波長を単一化させる波長選択素子17は、例えばエタロンから構成されている。

【0027】半導体レーザー11は、波長 808nm のレーザービーム10を発するものが用いられている。Nd : YAG結晶14は、上記レーザービーム10によってネオジウムイオンが励起されることにより、波長 946nm の光を発する。そして、後述する通りのコートが施されたNd : YAG結晶14の後方端面14aおよび共振器ミラー15のミラー面15aで構成される共振器によりレーザー発振が引き起こされて、波長946nmの固体レーザービーム18が得られる。このレーザービーム18は光波長変換素子16に入射して、波長が1/2すなわち 473nm の第2高調波19に変換される。この第2高調波19は、透明部材が嵌挿された光出射窓23から密閉容器21外に出射する。

【0028】ここで図2を参照して、各光学部品の光通過面に形成されたコートについて説明する。まずNd : YAG結晶14の後方端面14aには、波長 946nm および 473nm の光に対する高反射コート30が形成され、その上には最表部のコートとして、Crイオンが注入されたTiO₂膜40が形成されている。またNd : YAG結晶14の前方端面14bには、波長 946nm および 473nm の光に対する無反射コート31が形成され、その上には最表部のコートとして、上記と同様のCrイオン注入TiO₂膜40が形成されている。

【0029】また光波長変換素子16の後方端面16aおよび前方端面16bには、波長 946nm および 473nm の光に対する無反射コート31が形成され、その上には最表部のコートとして、上記と同様のCrイオン注入TiO₂膜40が形成されている。

【0030】波長選択素子17の後方端面17aおよび前方端面17bには、波長 946nm の光に対して低反射で 473nm の光に対して無反射のコート32が形成され、その上には最表部のコートとして、上記と同様のCrイオン注入TiO₂膜40が形成されている。

【0031】そして共振器ミラー15のミラー面（後方端面）15aには、波長 946nm の光に対して高反射で 473nm の光に対して無反射のコート33が形成され、その上には最表部のコートとして、上記と同様のCrイオン注入TiO₂膜40が形成されている。また共振器ミラー15の前方端面15bには、波長 473nm の光に対する無反射コート34が形成され、その上には最表部のコートとして、上記と同様のCrイオン注入TiO₂膜40が形成されている。

【0032】上記のように、Nd : YAG結晶14、光波長変換素子16、波長選択素子17および共振器ミラー15の各光通過面に最表部のコートとして形成されたCrイオン注入TiO₂膜40は、波長 473nm の第2高調波19が照射されると、それを吸収して光触媒効果を発現する。すなわち、Nd : YAG結晶14、光波長変換素子16、波長選択素子17および共振器ミラー15の各表面に付着している有機物等はほぼ完全に分解され、またそれらの付着も防止される。そこで、この有機物等による光学部品表

面での反射率の上昇、散乱が抑えられ、第2高調波19の経時の出力低下が防止されとともにレーザーの長寿命化が達成されて、長期経時信頼性が確保される。

【0033】この半導体レーザー励起固体レーザーに対して長期経時試験を実施したところ、波長 473nm の第2高調波19の出力が10mWの場合で、5000時間以上の寿命が確認された。

【0034】なおTiO₂膜そのものは、波長 380nm 以下の光のみに対して光触媒効果を発現するものであるが、上述のようにCrイオンを注入することにより、吸収波長範囲が長波長側に拡大し、波長 473nm の第2高調波19に対しても光触媒効果を発現するようになる。このCrイオンの代わりにVイオンを注入しても、同様の作用を得ることができる。

【0035】以上、固体レーザー発振光の波長変換波である第2高調波19の照射を受けて光触媒効果を発現するCrイオン注入TiO₂膜40を適用した実施形態について説明したが、本発明においては、固体レーザー等における発振光そのものの照射を受けて光触媒効果を発現する機能性膜を適用することも可能であり、その場合も上記と同様にセルフクリーニング効果を奏するものである。

【0036】次に、図3を参照して本発明の第2の実施形態による半導体レーザーについて説明する。この半導体レーザー50は一例として、発振波長が 400nm 近傍のGaIn半導体レーザーであり、共振器ミラー面を構成するその劈開面50a、50bにはそれぞれ、共振器コート51、52が形成されている。そしてそれらの共振器コート51、52の上にはそれぞれ最表部のコートとして、Vイオンが注入されたTiO₂膜53が形成されている。このVイオン注入TiO₂膜53は、波長が 400nm 近傍の発振光54の照射を受けて光触媒効果を発現するものである。

【0037】上記構成の半導体レーザー50を乾燥空気が封入された密閉容器内に収納して駆動し、長期経時試験を実施したところ、この場合も、Vイオン注入TiO₂膜53を形成しない従来品と比較して長期経時信頼性が飛躍的に向上していることが確認された。

【0038】次に、本発明の第3の実施形態による紫外レーザーについて説明する。本実施形態の紫外レーザーは、半導体レーザー励起固体レーザーの発振光を光波長変換素子により波長 532nm の緑色の第2高調波に変換し、それをさらに、BBO結晶を用いた外部共振器型の波長変換装置により波長 266nm の紫外光に波長変換する構成を有する。

【0039】そしてこの紫外レーザーにおいては、共振器内に配される光学部品および共振器を構成する光学部品の光通過面の最表部に、波長 266nm の紫外光の照射を受けて光触媒効果を発現するTiO₂膜が形成される。

【0040】この紫外レーザーを乾燥空気が封入された

密閉容器内に収納して駆動し、長期経時試験を実施したところ、この場合も、上記 TiO_2 膜を形成しない従来品と比較して長期経時信頼性が飛躍的に向上していることが確認された。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による半導体レーザー励起固体レーザーの側面図

【図2】上記半導体レーザー励起固体レーザーの要部を拡大して示す側面図

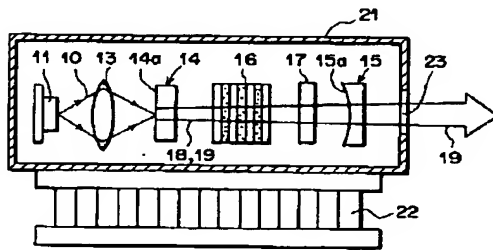
【図3】本発明の第2実施形態による半導体レーザーの概略側面図

【符号の説明】

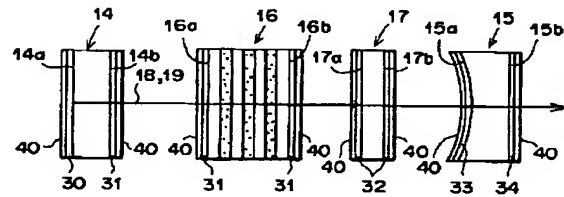
10 レーザービーム（励起光）
11 半導体レーザー
13 集光レンズ
14 Nd:YAG結晶
14a、14b Nd:YAG結晶の端面

* 15 共振器ミラー
15a 共振器ミラーのミラー面
15b 共振器ミラーの端面
16 光波長変換素子
16a、16b 光波長変換素子の端面
17 波長選択素子
17a、17b 波長選択素子の端面
18 レーザービーム（固体レーザービーム）
19 第2高調波
21 密閉容器
22 電熱冷却素子
40 Crイオン注入 TiO_2 膜
50 半導体レーザー
50a、50b 半導体レーザーの劈開面
51、52 共振器コート
53 Vイオン注入 TiO_2 膜
* 54 半導体レーザーの発振光

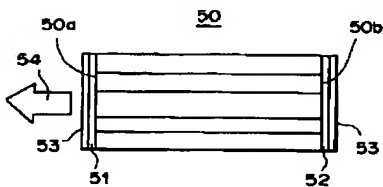
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H01S 3/08
5/10

識別記号

F I

G02B 1/10
H01L 21/30

テマコード (参考)

Z
503G
515B

(6)

特開2001-70787

Fターム(参考) 2K009 BB02 BB04 CC03 EE05
4G069 AA02 AA08 BA04A BA48A
BC50A BC54A BC58A CA01
CA10 CA11 DA06 EA08
5F046 BA03 CA03 CB01 CB22
5F072 AB02 JJ03 JJ09 KK06 KK08
KK12 KK26 PP07 QQ02 TT05
TT11
5F073 AA62 AA84 CA02 DA14 EA28